

## 5 FORSCHUNG, GEFÄHRDUNG UND SCHUTZ

Die Polarregionen liegen in Teilen der Erde mit besonders niedrigen Temperaturen und ihre Landschaft ist durch das seit Jahrtausenden gebildete Eis geprägt. Nicht zuletzt aufgrund dieser Extrembedingungen konnte die moderne Erforschung dieser Regionen erst in den letzten Jahrzehnten gestartet werden. Obwohl die Antarktis viel weiter als die Arktis von Europa entfernt liegt, fingen die intensiven Forschungsarbeiten dort früher an, und zwar nachdem der Internationale Status von Antarktika durch den 1959 unterschriebenen Antarktisvertrag geregelt war. 12 Staaten waren zunächst daran beteiligt. Heute gehören insgesamt 45 dazu. Im Vertrag wurde eine internationale wissenschaftliche Kooperation und friedliche Nutzung dieses Kontinentes festgeschrieben.

Die intensive Erforschung sowie der Schutz der Arktis wurde durch den Kalten Krieg behindert. Beide Supermächte, die USA und die UdSSR, standen sich in dieser Region mit ihrem seegestützten Nukleararsenal gegenüber, was eine internationale Zusammenarbeit unmöglich machte. Erst in den 1980er Jahren wurde eine internationale Zusammenarbeit durch die politischen Veränderungen in der Sowjetunion möglich. Bereits 1989 konnten das *International Arctic Science Committee* (IASC) und 1990 die *Arctic Environmental Protection Strategy* (AEPS) mit Beteiligung der Umweltminister der acht Anrainerstaaten sowie Vertretern der Urbevölkerung (Inuit, Samen u.a.) gegründet werden. Seitdem ist die Arktis die größte Region in der Welt, in der eine intensive zwischenstaatliche Zusammenarbeit zum Thema Umweltschutz stattfindet. Diese hat den Weg für die Einführung neuer Umwelt- und Naturschutzkonzepte geebnet. Beispielsweise erweiterte Russland in den 1990er Jahren die Fläche seiner Naturschutzgebiete in der Arktis auf etwa die Größe von Deutschland.

Trotz dieser positiven Trends gibt es negative Entwicklungen, die Pflanzen, Tiere und Menschen in den Polarregionen gefährden, deren Ursachen dafür woanders liegen. In erster Linie muss der Ozonrückgang in der Stratosphäre nicht nur über der Antarktis sondern auch über der Arktis erwähnt werden. Dies führt in diesen Regionen zur Zunahme der gefährlichen UV-Strahlung. Ein weiteres Problem stellt der Transport von Schadstoffen durch die atmosphärische Zirkulation und Meeresströmungen dar. So zählt die Muttermilch der Inuit zu den höchstbelasteten der Welt. Veränderungen im Hormonhaushalt von Eisbären aufgrund der Belastung mit Schadstoffen sind so groß, dass es zu Störungen bei der Fortpflanzung dieser Tiere kommt. Und schließlich muss die Erderwärmung erwähnt werden, die in den Polarregionen, vor allem in der Arktis, erheblich schneller erfolgt als im globalen Mittel. Als Folge davon ist ein starker Rückgang des Meereises zu beobachten. Viele Pflanzen und Tiere verlieren ihre Lebensräume. Permafrostböden tauen auf. Dadurch sind die darauf liegenden Infrastrukturen (Strassen, Gebäude, Fabriken und Öl- und Gasleitungen) in diesem Gebiet gefährdet. Dies sind nur wenige Beispiele für die Folgen des Klimawandels.

### 5.1 Erfolge der deutschen Polarforschung seit dem letzten Internationalen Polarjahr

JÖRN THIEDE & HARTWIG GERANDT

#### Historische Einleitung

Als Georg von Neumayer als Gründungsdirektor der Deutschen Seewarte in Hamburg (1876–1903) und als international renommierter Wissenschaftler 1879 Vorsitzender der Internationalen Polarkommission wurde, war ihm schlagartig bewusst, dass viele Prozesse in den Polargebieten nur von einem Netz gleichzeitig beobachtender wissenschaftlicher Stationen in den Polargebieten untersucht werden konnten. Er regte daher über seine Kontakte das erste Internationale Polarjahr (1882/83) an, das zur Gründung von Polarstationen in abgelegenen Gebieten zur Gewinnung ganzjähriger Beobachtungsreihen (zunächst vor allem meteorologischer Daten) führte. So richtete z.B. Österreich-Ungarn eine Station auf Jan Mayen, Russland eine im Lena-Delta am Rande des Nordpolarmeeres ein. Die in 25–50 E-Mail-Adresse: [jthiede@awi-bremerhaven.de](mailto:jthiede@awi-bremerhaven.de)

jährigen Abständen wiederholten Internationalen Polarjahre führten zu einem beispielhaften Aufschwung in der Polarforschung, der bis weit in die Zeit nach dem 2. Weltkrieg von geographischer Neugierde, der Jagd nach Rohstoffen und der Verfolgung politischer Machtansprüche geprägt wurde.

Dieses galt auch für das Internationale Geophysikalische Jahr (IGY) (*International Geophysical Year*) von 1957/58. Das IGY war ein weltweites internationales Gemeinschaftsunternehmen aller Teile der Geowissenschaften. Das IGY trug in Bezug auf die Polarregionen den Charakter eines Polarjahres. Mit Ausnahme der Polarforschung waren west- und ostdeutsche Forscher an allen Forschungsprogrammen beteiligt. Unter dem Einfluss des Kalten Krieges kam es zu einem beispiellosen Wettrennen

der USA und der Sowjetunion sowie ihrer jeweiligen Verbündeten bei der Erforschung der Antarktis, wobei jedoch auch neutrale Staaten mit polaren Interessen (z.B. Schweden) sich diesen großen Anstrengungen anschlossen. Die Zielsetzungen des IGY konzentrierten sich auch damals noch auf die große technische Herausforderung, unter unwirtlichsten Bedingungen mit einer größeren Gruppe Menschen messend zu überwintern oder weitgehend unbekannte Gebiete der zentralen, permanent eisbedeckten Antarktis mit Hilfe von motorisierten Schlittenzügen zu queren. 1982/83 hätte das 100-jährige Jubiläum der Internationalen Polarjahre gefeiert werden können, aber das Jubiläumsjahr verstrich, ohne dass entsprechende Planungen aufgenommen wurden.

Das kommende Internationale Polarjahr wird März/2007–März/2009 (2 Jahre, um in beiden Polargebieten komplette, sich überlappende Jahreszyklen zu erfassen) durchgeführt werden und zu einer multinationalen Koordination der Forschungsanstrengungen führen. Eine internationale Abfrage hat zu einer überwältigenden Reaktion der Weltgemeinschaft der Polarforscher geführt, weil heute klar ist, dass viele Eigenschaften und Veränderungen der globalen Umwelt ihre Anstöße in den Polargebieten erhalten.

Heute gelten die Polargebiete im Gegensatz zur Motivation der früheren Polarjahre als die besten Messpunkte, die modernen Umweltveränderungen in Echtzeit zu erfassen und ihre historische Veränderlichkeit anhand der weltweit besten Klimaarchive (Eiskerne, ozeanische Sedimentkerne) sowie die extremen Lebensräume des Planeten Erde und die sie bewohnenden pflanzlichen/tierischen Lebensgemeinschaften zu verstehen. Die Polargebiete steuern wichtige Eigenschaften der globalen Umwelt und sind daher unverzichtbare »Forschungsgegenstände« für moderne Industriestaaten, wobei diese Forschungen nur unter größtmöglicher Berücksichtigung des Umweltschutzes vorangetrieben werden dürfen. Polarforschung ist technisch und logistisch sehr aufwändig geworden und kann nur unter großen finanziellen Anstrengungen unternommen werden. Sie ist als Vorsorgeforschung unverzichtbar, wenn eine wissenschaftliche Abwägung von Umweltveränderungen in der Zukunft versucht werden soll.

Deutschland ist bereits 1925 dem Spitzbergenvertrag beigetreten, hat den Antarktisvertrag unterzeichnet (DDR 1974, BRD 1979) und sich so Zugang zu den Polargebieten und internationalen Kooperationen sowie zu den wissenschaftlichen Gremien der Arktis- und Antarktisforschung gesichert. Nach der Zusammenführung der west- und ostdeutschen Polarforschungsprogramme ist der Aufbau eines umfassenden Untersuchungsplanes in der Antarktis und in der Arktis gelungen, der Kontinuität hat und höchsten Qualitätsansprüchen genügt. Deutsche Forscher sind heute angesehene Teilnehmer vieler internationaler Forschungsanstrengungen in den Polargebieten und haben

vielfach die Federführung übernommen. Mit der sorgfältig geplanten, technisch aufwändigen Infrastruktur zur Unterstützung der Arbeiten in den klimatisch extremen Gebieten unserer Erde hat die deutsche Polarforschung heute eine bisher nicht gekannte Kontinuität und Gewicht gewonnen und wird unverzichtbare Beiträge zum nächsten Internationalen Polarjahr leisten.

Die Geschichte der deutschen Polarforschung der letzten 50 Jahre ist anlässlich des 25-jährigen Bestehens des Alfred-Wegener-Institutes für Polar- und Meeresforschung in umfassender Weise von FLEISCHMANN (2005) dargestellt worden. Auf dieses Werk wird wegen der umfassenden Quellenbeschreibungen verwiesen.

## **Polarforschung unter Hammer und Sichel**

Die politischen Rahmenbedingungen zur Durchführung des Internationalen Geophysikalischen Jahres (IGY) bildeten die Voraussetzung für ostdeutsche Forscher, sich schrittweise in die Polarforschung einzubringen. Die Forschungsaktivitäten wurden vom 1956 gegründeten Nationalkomitee für das IGY-1962 umstrukturiert und in Nationalkomitee für Geodäsie und Geophysik umbenannt – koordiniert. Das Nationalkomitee wurde von Akademie-Vizepräsident Prof. Hans Ertel als Vorsitzendem und Prof. Horst Philipps als wissenschaftlichem Sekretär geleitet. Die Akademie der Wissenschaften der Sowjetunion bot 1959 die Teilnahme an den sowjetischen Antarktisexpeditionen (SAE) an – ein Angebot, das die Grundlage für eine bis 1990 währende Zusammenarbeit war. Bereits im Herbst des gleichen Jahres reisten drei Meteorologen als Gastwissenschaftler der 5. SAE in die Antarktis und überwinterten 1960 an der russischen Station *Mirny*.

Die ostdeutschen Gastwissenschaftler beteiligten sich bis weit in die 1970er Jahre an den Forschungsprogrammen der SAE. Mehrere Überwinterungen an der Station *Mirny*, eine an der Station *Vostok* (1969) sowie zahlreiche Feldeinsätze im Rahmen geodätischer und geologischer Programme wurden mit Erfolg durchgeführt. Auf diesen Expeditionen wurden auch eigenständige Forschungsbeiträge in den Bereichen Meteorologie, Stratosphären- und Ionosphärenforschung und Glaziologie geleistet. Die Antarktis stellte damals für die Meteorologie – ebenso wie für Glaziologie, Geologie und auch Teile der Geophysik – theoretisch und experimentell Neuland dar. Die ostdeutschen Forscher begannen zum Teil wichtige neue Messreihen und Vermessungen, die Erkenntnisse über die Veränderungen in der Antarktis und zur Entwicklung des Erdklimas ermöglichten.

Bereits 1962 traten ostdeutsche Geodäten mit einem eigenen Forschungsprogramm an und bauten im Umfeld von *Mirny* – ähnlich wie bei dem Projekt EGIG in Grönland (s.u.) – ein Netz trigonometrischer Signale auf,

die dann bei einem nachfolgenden Feldeinsatz erneut vermessen wurden. Das Umfeld der Station *Molodoshnaya* – Spooner Bucht und Hays Gletscher – war bis Anfang der 1970er Jahre ein bevorzugtes Forschungsgebiet. Im gleichen Jahrzehnt begann die Teilnahme an geologischen Expeditionen der SAE. Wissenschaftler der Bergakademie Freiberg und des Zentralinstituts für Physik der Erde arbeiteten in den Prince Charles Mountains, Shackleton Range und Pensacola Mountains.

Nach der ersten erfolgreichen Überwinterung an der Station *Mirny* 1960 standen drei Jahre in Folge meteorologische Fragestellungen im Vordergrund. Dazu gehörten auch erste Beobachtungen des Gesamt-ozongehaltes der Atmosphäre mit einem Dobson-Spektrometer sowie Studien zur Fernausbreitung von Funkwellen. Letztere Fragestellung zu den physikalischen Wechselwirkungen zwischen der Magnetosphäre und der polaren Ionosphäre wurden noch einmal während des Sonnenfleckenmaximums in einem über zwei Jahre laufenden Programm von 1968 bis 1969 aufgegriffen, das an der Station *Mirny* durchgeführt wurde. Das Messprogramm umfasste neben der Funkwellenausbreitung auch den Einsatz eines Spektralphotometers zur Untersuchung der Nachthimmelsstrahlung. Darüber hinaus wurde zum ersten Mal an einer russischen Antarktisstation eine neu entwickelte Satellitenempfangsanlage zur Beobachtung der Meereisbedeckung und der Bewölkung eingesetzt.

Bis zum Ende der 1960er Jahre gelang es trotz vieler wissenschaftlicher und technischer Einzelerfolge und Initiativen jedoch nicht, ein langfristig tragfähiges Forschungsprogramm zu begründen. Als neue Initiative wurde aber erstmals ein längerfristig angelegtes Programm als Beitrag zu der von 1976 bis 1978 international geplanten »Magnetosphärenstudie« vorbereitet. Als logistische Voraussetzung entstand so 1976 die erste permanent besetzte deutsche Forschungsstation in der Antarktis, an der ein eigenständiges Forschungsprogramm durchgeführt und die logistisch als Annexstation der russischen Station *Novolazerevskaya* betrieben wurde. Aufbau und erste Überwinterung leitete Dr. Hartwig Gernandt, der gemeinsam mit weiteren 5 Ingenieuren und Technikern das ionosphärische Messprogramm durchführte. Mit der Aufnahme der ostdeutschen Akademie der Wissenschaften in das *Scientific Committee on Antarctic Research* (SCAR) im Jahre 1981 waren die Voraussetzungen für langfristige nationale und internationale Projekte gegeben. Die zunächst als »Basislaboratorium« bezeichnete kleine Station für das Ionosphärenforschungsprogramm entwickelte sich vor diesem Hintergrund zum multidisziplinären Observatorium und zur logistischen Basis für Sommeraktivitäten. Sie erhielt am 10. Oktober 1987 den Namen *Georg-Forster-Station*\*.

Bereits 1977 begann die Entwicklung neuer Projekte im Bereich der Isotopenphysik; es wurde das langfristig

angelegte Programm »Isotope in der Natur« für das neue Basislaboratorium ausgearbeitet. Von 1978 bis 1992 arbeiteten im Rahmen dieses Programms Geowissenschaftler, Glaziologen und Biologen in der Schirmacheroase und im gebirgigen Hinterland. Damit verbunden war der Ausbau mit weiteren Unterkünften, Laborcontainern, Kraftstation und Werkstatt, so dass zum Ende der 1980er Jahre 10 Wissenschaftler und Techniker dort arbeiten konnten. In den Blickpunkt der internationalen Polarforschung geriet die Station auf der SCAR Tagung 1986 in San Diego mit der Veröffentlichung der 1985 begonnenen Ozonsondierungen mit ballongetragenen elektrochemischen Sonden. Diese Messungen zeigten erstmals im Detail den zeitlichen Verlauf und die vertikale Ausdehnung einer signifikanten Veränderung zwischen 14 und 22 km in der stratosphärischen Ozonschicht über der Antarktis und ergänzten in besonderer Weise die seit Beginn der 1980er Jahre an der britischen Station Halley beobachtete Abnahme des Gesamt-ozongehaltes – eines der stärksten Klimasignale aus der antarktischen Stratosphäre. Die regelmäßigen Ozonsondierungen waren von 1985 bis 1992 Bestandteil des Observatoriumsprogramms.

Nach der Wende wurde die ostdeutsche Polarforschung in das AWI integriert. Wichtige Langzeitmessungen wie zum Beispiel die Ozonsondierungen werden seit 1992 an der *Neumayer-Station* fortgesetzt. In den Jahren 1993–1996 wurde die *Georg-Forster-Station* vom Alfred-Wegener-Institut in Zusammenarbeit mit der Arktischen und Antarktischen Forschungsinstitut (AARI) in St. Petersburg zurückgebaut. Eine umfassende Zusammenstellung der wissenschaftlichen Ergebnisse, die an der Georg-Forster-Station und in der Schirmacheroase erzielt wurden, sind von Bormann und Fritzsche in der Monografie »*The Schirmacher Oasis, Queen Maud Land, East Antarctica, and its surroundings*« herausgegeben worden.

## Bescheidene Anfänge auf Grönland und Spitzbergen

Westdeutsche Forscher unternahmen erste bescheidene Versuche einer Rückkehr in die internationale Polarforschung mit Untersuchungen auf Grönland und Spitzbergen, aber ebenso wie ihren Vorläufern gelang es ihnen nicht, ein kontinuierliches Polarforschungsprogramm zu begründen. Die ersten Initiativen gingen hauptsächlich von Geographen und Geophysikern aus.

Professor Büdel aus Würzburg konnte bereits 1959 nach Spitzbergen reisen, um hier den Einfluss der klimatischen Gegebenheiten – historische Veränderungen aus der Eiszeit wie auch moderne Prozessketten – auf die Landschaftsgestaltung zu untersuchen. Im darauf folgenden Jahr

\* Georg Forster, 1754–1794, deutscher Naturwissenschaftler, Forschungsreisender und Schriftsteller, u.a. Teilnehmer an der Erdumsegelung von J. Cook.

konnte er die »Stauferland-Expedition« organisieren, die zu einer Zusammenarbeit mit norwegischen und schweizer Kollegen führte und durch die die (west-)deutsche Polarforschung langsam wieder in die internationale Gemeinde der Polarforscher aufgenommen wurde. Seit 1959 steht auf der Barents-Insel die »Würzburger Hütte« als ein erster bescheidener Vorläufer einer Forschungsstation. Fast gleichzeitig bemühten sich Geodäten aus Dresden unter Leitung des Österreicherers Pillewitzer, der 1958 einen Ruf an die Technische Universität Dresden angenommen hatte, um die Durchführung von Forschungsvorhaben auf Spitzbergen. Mit Hilfe des Forschungsschiffes *Prof. Albrecht Penck* (Institut für Meereskunde, Warnemünde) konnte er eine erste Expedition nach Spitzbergen organisieren. 1964 wurde am inneren Kongsfjord als Basis eine bescheidene Hütte errichtet, von der aus geodätische und glaziologische Untersuchungen durchgeführt werden konnten. Beide »Hütten« stehen noch, werden aber nur noch touristisch genutzt.

Ein erstes wirklich internationales Forschungsvorhaben stellte die EGIG-Expedition (*Expedition Glaciologique Internationale au Groenland*) unter französischer Federführung, unter Beteiligung von Dänen, Deutschen, Österreichern und Schweizern dar (EGIG I 1957/1960). Das Forschungsvorhaben hatte vorrangig glaziologische und geodätische Forschungsziele und versuchte, ähnlich wie Alfred Wegener 30 Jahre vorher, Eigenschaften der inneren Gebiete des grönländischen Eisschildes zu erfassen. Dabei fand von 1958 bis 1959 eine Überwinterung einer internationalen Forschergruppe an der Station *Jarl-Josef* an der Ostabdachung Grönlands in fast 3.000 m Höhe statt. Während EGIG II (1967/68) wurden mit Hilfe geophysikalischer Verfahren Eisdickenmessungen, wie es schon zu Zeiten Alfred Wegeners versucht worden war, jetzt aber mit einer wesentlich verbesserten Logistik, durchgeführt.

### Beitritt zum Antarktis-Vertrag

Die Aktivitäten des IGY (1957/58) hatten den Wunsch reifen lassen, die Antarktis nur zu friedlichen Zwecken zu nutzen, sie vor der vermutlich sehr schädlichen Ausbeutung ih-

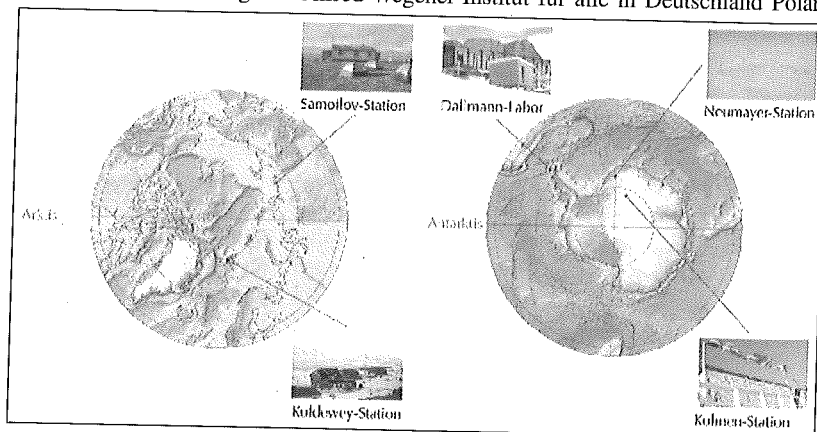
rer natürlichen Rohstoffe zu schützen und die einzigartigen Eigenschaften dieses Kontinentes und des ihn umgebenden Südpolarmeers durch eine strenge Beachtung des Umweltschutzes für die Forschung zu sichern. Dieser Wunsch führte zur Formulierung des Antarktisvertrages, der 1961 in Kraft trat und dem die beiden deutschen Staaten mit einem zeitlichen Versatz von mehreren Jahren beitraten.

Diese politischen Entscheidungen sollten weitgehende forschungspolitische Konsequenzen haben, weil der Beitritt zum Antarktisvertrag und der sich daraus entwickelnde Beitritt nationaler wissenschaftlicher Organisationen (Deutsche Forschungsgemeinschaft in der BRD, Akademie der Wissenschaften der DDR) zu SCAR (*Scientific Committee on Antarctic Research*) des ICSU (*International Council for Science*) damals zum Aufbau eines umfassenden Antarktis-Forschungsprogramms (einschl. des Teiles des Südpolarmeers südlich 60° S) verpflichtete. Beitritte zu CCMLR (*Convention on the Conservation of Antarctic Marine Living Resources*) für das Südpolarmeer sowie IASC (*International Arctic Science Committee*) und AOSB (*Arctic Ocean Sciences Board*) stellten ähnliche Herausforderungen an das deutsche Wissenschaftssystem, wie bei FLEISCHMANN 2005 ausführlich dargestellt worden ist.

### Aufbau der technischen Infrastruktur und wichtigste wissenschaftliche Themen

Als Folge der oben skizzierten Entwicklung wurde 1980 das Alfred-Wegener Institut für Polar- und Meeresforschung (<http://www.awi-bremerhaven.de/>) gegründet, das heute der Helmholtz-Gemeinschaft deutscher Forschungszentren angehört. Seit der Zusammenführung der ost- und westdeutschen Kapazitäten auf dem Gebiet der Polarforschung vor etwa 15 Jahren verfügt Deutschland heute über eine diversifizierte Infrastruktur, die Arbeiten vielfältiger naturwissenschaftlicher Disziplinen und die Durchführung großer interdisziplinärer, oft langjähriger und in internationalem Verbunde zu organisierender Projekte erlaubt. Zu dieser Infrastruktur, die in der Regel über das Alfred-Wegener-Institut für alle in Deutschland Polar-

Abb. 5.1-1: Lage der deutschen, vom AWI betreuten Polarstationen in Antarktis und Arktis.



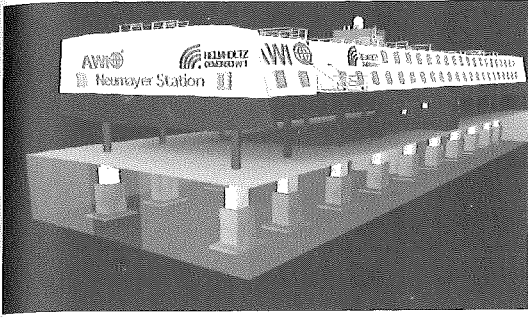


Abb. 5.1-2: Konzeption der während des kommenden Internationalen Polarjahres zu errichtenden Neumayer III Station.

forschung betreibenden öffentlichen Forschungseinrichtungen vorgehalten wird, gehören Forschungsstationen in der Arktis und Antarktis (Abb. 5.1-1), darunter:

- die *Neumayer-Station* (9 Überwinterer),
- die *Kohnen-Station* (nur im Sommer nutzbar, im Dronning-Maud-Land / Antarktis),
- das *Dallmann-Labor* (Teil der argentinischen *Jubany-Station* auf King George Island / Antarktische Halbinsel),
- die *Koldewey-Station* (Abb. 5.1-3, 3 Überwinterer, kürzlich verschmolzen mit den entsprechenden Einrichtungen des IPEV / Institut Polaire Français Paul Emile Victor / zur *AWIPEV-Station* in Ny-Ålesund / Svalbård) und
- die *Samoilov-Station* (gemeinsam mit der Organisation Lena-Delta-Reservat, im Lena-Delta / Nord-Sakha).

Die gegenwärtige *Neumayer-Station* muss in naher Zukunft durch einen Neubau ersetzt werden (Abb. 5.1-2). In Verbindung mit der *Neumayer-Station* wird in der Antarktis eine Fahrzeugflotte von Kettenfahrzeugen und Schlitzen zur Durchführung weiträumiger Traversen über das Inlandeisplateau unterhalten.

- Der Forschungs- und Versorgungseisbrecher POLARSTERN, seit 1982 im Dienst und bisher in arktischen und antarktischen Forschungsprojekten eingesetzt (Abb. 5.1-

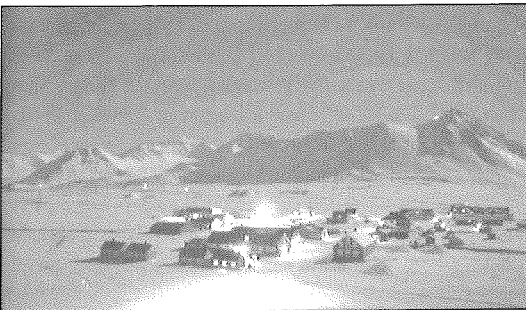


Abb. 5.1-3: Ny-Ålesund auf Spitzbergen. In der ehemaligen Bergwerkssiedlung am Kongsfjord hat sich eine Gruppe internationaler Forschungslaboratorien niedergelassen, die ganzjähriges Arbeiten unter höchsten nördlichen Breiten ermöglicht. Neben der Filiale des norwegischen Polarinstitutes ist die deutsch-französische *AWIPEV-Station* mit ihren Observatorien hervorragend für atmosphärische Untersuchungen gerüstet.

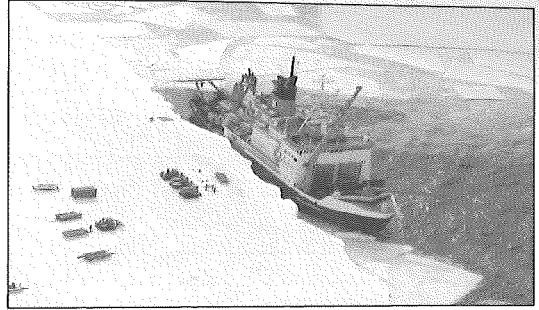


Abb. 5.1-4: Die 1982 in Dienst gestellte POLARSTERN ist eine leistungsfähiges Forschungs- und Versorgungsfahrzeug für Operationen in eisbedeckten Meeresgebieten. Hier entlädt sie Versorgungsgüter für die Neumayer Station in der Atka-Bucht an der Küste des Dronning Maud Landes.

4). Sollte es gelingen, für den ganzjährigen Einsatz im zentralen Nordpolarmeer einen neuen, leistungsfähigen, international zu betreibenden Forschungseisbrecher – das *AURORA BOREALIS*-Projekt, (Abb. 5.1-5) – einzulernen, wird erwogen, die POLARSTERN ganzjährig in das Südpolarmeer zu verlegen. Die POLARSTERN ist in der Regel mit auch für Forschungsarbeiten einsetzbaren Hubschraubern bestückt.

- Die Polarflugzeuge POLAR 2 und POLAR 4 (Typ Dornier 228, Abb. 5.1-6), die in der Arktis und Antarktis für Transportaufgaben und für geophysikalische sowie atmosphärische Forschungsaufgaben eingesetzt werden können.

Eine Automatisierung von wissenschaftlichen Messungen und Experimenten in der Tiefsee (durch AUV: *Autonomous Underwater Vehicles*) und von flugzeuggestützten Messplattformen (durch den Einsatz von Drohnen) wird zurzeit durch technische Entwicklungsarbeiten vorangetrieben und in naher Zukunft voraussichtlich zu einer beträchtlichen Umstrukturierung der mobilen, in der Polarforschung einzusetzenden Forschungs- und Messplattformen führen (Abb. 5.1-7).

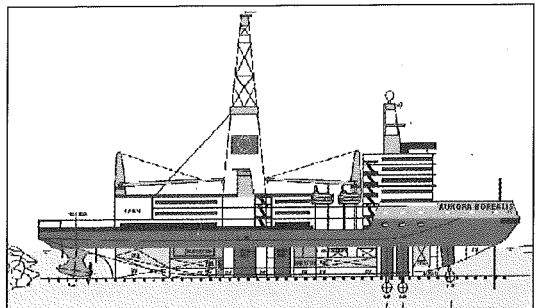


Abb. 5.1-5: Skizze des vorgeschlagenen internationalen Forschungseisbrechers *AURORA BOREALIS*, der ganzjährige Forschungseinsätze im zentralen Nordpolarmeer und Tiefseebohrungen in eisbedeckten Meeresgebieten ermöglichen soll.



Abb. 5.1-6: Die Polarflugzeuge POLAR 2 und 4 des AWI sind für den Einsatz in Arktis und Antarktis gerüstet.

Neben dem AWI besitzen die DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt in der Helmholtz-Gemeinschaft) mit der *O'Higgins*-(Sommer)-Station, die BGR (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe) mit der *Gondwana*-(Sommer)-Station und das DESY (Deutsches Elektronen-Synchrotron in der Helmholtz-Gemeinschaft) durch seine Teilnahme am AMANDA-Projekt am Südpol weitere Infrastrukturen für die deutsche Antarktisforschung.

Über die institutionellen Mittel hinaus unterstützen sowohl die Deutsche Forschungsgemeinschaft als auch das Bundesministerium für Bildung und Forschung Polarforschungsprogramme, die jedoch jeweils als zeitlich begrenzte Projekte zu beantragen sind. Insgesamt erlauben sie den Betrieb eines international konkurrenzfähigen deutschen Polarforschungsprogramms, das in vielen Fällen nur im internationalen Verbund durchgeführt wird, das aber mit seiner Qualität, logistischen Leistungsfähigkeit und Kontinuität Deutschland zu einer der führenden Länder in der Polarforschung hat werden lassen.

Die wichtigsten wissenschaftlichen Arbeiten der deutschen Polarforschung konzentrieren sich auf biologische, glaziologische, geologische und meteorologische Themen, die jedoch fortlaufend an neue Entwicklungen und Erkenntnisse angepasst werden, die aber hier unter dem Titel dieses Buches »Warnsignale aus den Polarregionen« nur beispielhaft genannt werden können:

- kanozoische plattentektonische Entwicklung der wichtigsten physiogeographischen Einheiten der Polargebiete

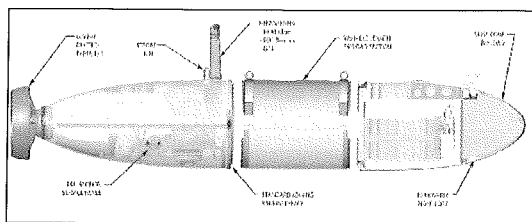


Abb. 5.1-7: Ein flexibles, 3000 m tief tauchendes Autonomous Underwater Vehicle (AUV) des AWI für multidisziplinäre Forschungsprojekte auch in eisbedeckten Regionen des Ozeans. Es wird für den Einsatz in den permanent eisbedeckten Meeresgebieten vorbereitet.

(Nordpolarmeer und seine Kontinentalränder, antarktische Kontinentalränder und Meeresstraßen),

- Paläoozeanographie und Paläoklimatologie der Polargebiete (glaziologische Untersuchungen an Eiskernen, Dynamik und Geschichte der wichtigsten arktischen und antarktischen Inlandeisschilde, Veränderlichkeit der Meereisdecken, kurz- und langfristige Veränderlichkeit der großen, klimasteuernden ozeanischen Stromsysteme),
- atmosphärische Zirkulationsmuster und Zusammensetzung der Atmosphäre über den Polargebieten und ihre Veränderlichkeit,
- Modellierung des globalen Klimasystems und Beiträge aus den Polargebieten zu seiner Veränderlichkeit,
- Entwicklungen der Permafrostgebiete (hauptsächlich auf der nördlichen Halbkugel) über geologische Zeiträume sowie Stoffflüsse in den Permafrostböden,
- Biogeochemie der marinen Stoffkreisläufe, Mechanismen der Reaktion auf Klimaänderungen in Echtzeit und Beiträge des Menschen zu Klimaänderungen,
- Entwicklung der marinen polaren Floren und Faunen, Anpassungsmechanismen und -physiologien an extreme Lebensräume,
- Beiträge zum Verständnis anthropogenen Einwirkens auf die polare Lebenswelt und ihren Erhalt und
- Beiträge zum Management des Erdsystems.

## Ausblick in die Zukunft und das nächste Internationale Polarjahr

Das kommende Internationale Polarjahr 2007–2009 wird zu einem Aufschwung der Polarforschung in vielen Ländern führen. Nach einer internationalen Abfrage lassen zahlreiche Initiativen erkennen, dass sich die abzusehende Umstrukturierung und Fokussierung der internationalen Polarforschung nicht auf den engen Zeitrahmen des kommenden Polarjahres beschränken wird, sondern dass die Polarforschung für einige Jahrzehnte eine neue Qualität und Quantität erhalten wird, solange es noch wirklich wissenschaftliches Neuland zu betreten gibt. Zu den zu untersuchenden Problemkreisen zählen:

- die Steuerungsmechanismen der globalen Klimaveränderungen, im weitesten Sinne und über eine Reihe von Zeitskalen,
- die geologische Erkundung der von Inlandeis bedeckten Landgebiete (Grönland und Antarktika),
- die Erkundung der hydrologischen Systeme unter den Eisschilden (einschließlich der antarktischen »Eisseen« und der in ihnen vermuteten mikrobiellen Lebenswelt),
- die Anpassungsmechanismen von Pflanzen- und Tierwelt, die eine Besiedelung der polaren Lebensräume ermöglicht haben und auch heute noch ermöglichen und
- die »Bewirtschaftung« des menschlichen Einflusses auf die biologischen und abiotischen Eigenschaften des Erdsystems ♦